

# 海洋の健康診断表 総合診断表第2版について

諸岡 浩子（仙台管区気象台気象防災部）

## 1. はじめに

地球温暖化や数か月～数年スケールの気候には、海洋が密接に関係している。気象庁では、このような地球環境と海洋の関係について総合的、体系的に理解を深めていただくため、海洋の状態が長期的にどのように変化しているかを、最新の観測成果や研究の成果を踏まえて「海洋の健康診断表 総合診断表」として2006年に第1版を公表するとともに、随時気象庁ホームページで更新している。このたび、海洋の二酸化炭素に関する情報をより一層充実させるとともに、第1版以降に蓄積された観測や解析成果を追加して、「総合診断表第2版」として冊子およびホームページ

<http://www.data.kishou.go.jp/kaiyou/shindan/sougou/index.html>

で2013年12月に公表した。

「総合診断表」は、次の3章から構成されている。

第1章 地球温暖化に関わる海洋の長期変化

第2章 気候に関連する海洋の変動

第3章 北西太平洋の海洋汚染の状況

本稿では総合診断表第2版に掲載された内容のうち、海水温および海洋の温室効果ガスの長期変化、親潮の変動に絞って報告する。

## 2. 海水温の長期変化

世界の年平均気温（陸域における地表付近の気温と海面水温の平均）は、100年あたり0.68℃の割合で上昇しており、その大部分は地球温暖化によるものとみられている。地球表面の7割を占め、大気の約1000倍もの熱容量をもつ海洋は、地球温暖化の影響を緩和する働きを担うと考えられる。

### (1)世界の海面水温・表層水温

世界の年平均海面水温は、100年あたり0.51℃上昇していた（図1）。これは陸上気温の上昇率（100年あたり0.83℃）より小さかった。また、半球別に海面水温の長期変化傾向をみると、北半球（100年あたり0.55℃）のほうが南半球（100年あたり0.48℃）より上昇率が大きかった。世界の年平均表層水温（海面から深さ700mまでの平均水温）は1950年から2012年の63年間に10年あたり0.021℃上昇していた。これらの事実は、気候モデルと呼ばれる数値モデルで地球温暖化について計算した結果と符合している。海面水温の長期的な上昇傾向には、地球温暖化の影響が現れている可能性が高い。

### (2)日本周辺の海面水温

日本は東シナ海、日本海やオホーツク海など縁辺海に囲まれている。また日本が面している太平洋も、亜熱帯循環域や亜寒帯循環域に大きく分けられる。よって日本周辺の海面水温の上昇は一様ではない。そこで、海面水温の変動傾向が類似している海域を抽出することにより、日本近海を13海域に分け、それぞれの平均海

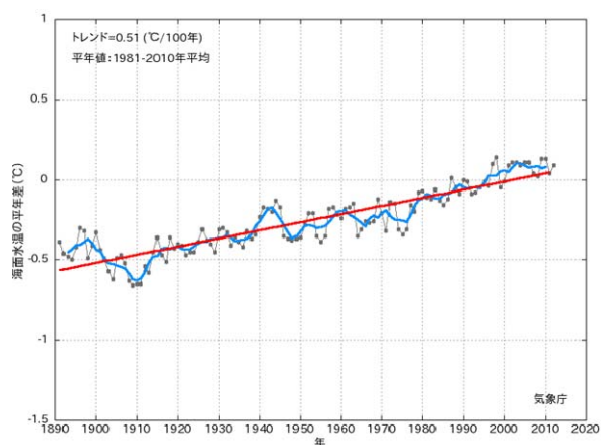


図1 世界の年平均海面水温平年差の経年変化（1891～2012年） 平年値は1981～2010年の30年平均値

面水温の100年間にわたる長期変化傾向を診断した(図2)。

13 海域の平均海面水温を加重平均した全海域平均海面水温(年平均)の上昇率は $+1.08^{\circ}\text{C}/100$ 年で、世界全体で平均した海面水温の上昇率( $+0.51^{\circ}\text{C}/100$ 年)よりも大きな値である。海域別にみると、黄海、東シナ海、日本海南部、四国・東海沖北部では日本の気温の上昇率( $+1.15^{\circ}\text{C}/100$ 年)と同程度となっている。日本海北東部では、海域平均海面水温(年平均)に統計的に有意な長期変化傾向は見出せない。

北海道周辺・日本東方海域の海面水温(年平均)は、太平洋十年規模振動(PDO)の影響を受けて十年から数十年程度の時間規模の変動が大きいものの、釧路沖では明瞭な上昇傾向が現れ( $+0.98^{\circ}\text{C}/100$ 年)、三陸沖で上昇傾向が現れている( $+0.63^{\circ}\text{C}/100$ 年)。季節別では(図

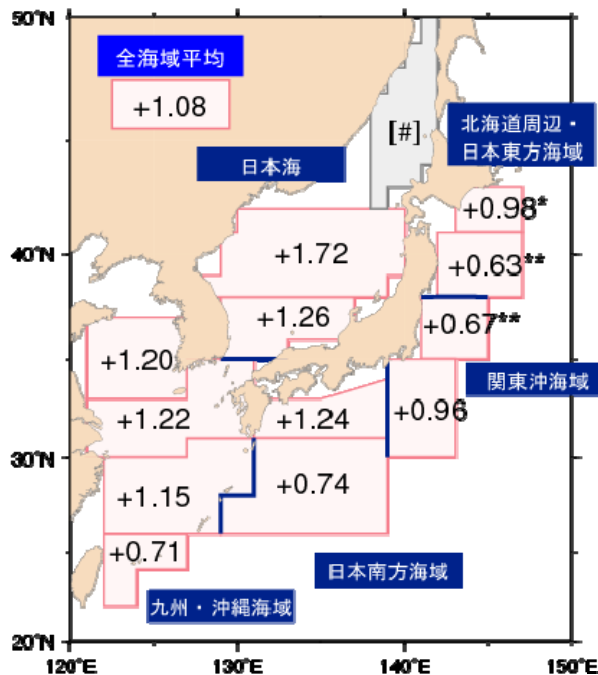


図2 日本近海の海域平均海面水温(年平均)の長期変化傾向(°C/100年) 図中の無印の上昇率は統計的に99%有意な値を、『\*』及び『\*\*』を付加した値はそれぞれ95%、90%有意な値を示す。上昇率が『+#』とあるものは、統計的に有意な長期変化傾向が見出せないことを示す。統計期間は1900年から2012年。

省略)、釧路沖の冬季の海面水温は上昇しており、釧路沖の春季、三陸沖の冬季および秋季では、上昇傾向が明瞭に現れている。

### 3. 海洋の温室効果ガス

二酸化炭素は、地球温暖化への影響が最も大きい温室効果ガスである。地球の表面積の7割を占める海洋は、人間活動により大気中に放出された二酸化炭素を吸収する役割を担っている。

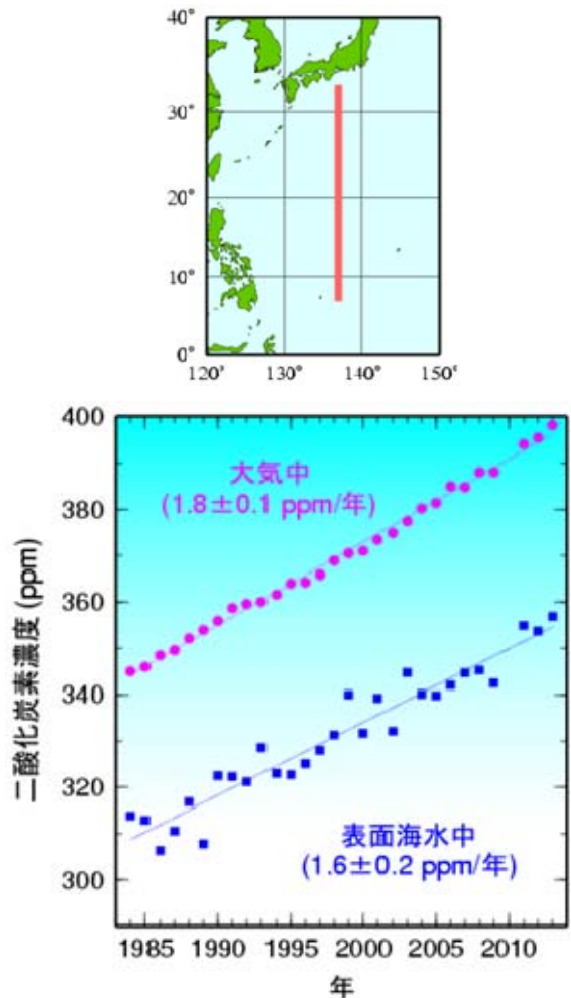


図3 北西太平洋(東経137度線上の北緯7~33度; 上図の赤線)における大気中および表面水温中の冬季の二酸化炭素濃度の経年変化(1984~2013年) 細かい直線は、表面海水中及び大気中の二酸化炭素濃度の回帰直線である。括弧内の数値は、回帰直線の傾きと95%信頼区間を示す。2010年冬季の二酸化炭素濃度は、観測装置の不具合によってデータが取得できなかった。

### (1)海洋の温室効果ガス濃度の長期変化

図3のとおり、北西太平洋（東経137度線上の北緯7～33度平均）における冬季の二酸化炭素濃度は、1984年以降、表面海水中では約1.6ppm/年、大気中では約1.8ppm/年の割合で増加している。

この海域における二酸化炭素濃度は、全般に表面海水中よりも大気中の方が高く、全ての海域で表面海水が大気中の二酸化炭素を吸収していることを表している。表面海水中の二酸化炭素濃度は、増減を繰り返しながら徐々に増加する傾向にある。

なお、海洋の二酸化炭素濃度は、水温の変化や海水の鉛直混合などの比較的短い期間の変化に影響されやすく、時間的・空間的に変動が大きい。これからもその変化の様子を長期にわたって引続き注意深く監視する必要がある。

### (2)大気－海洋間の二酸化炭素交換量

海洋は、人間活動により大気中に放出された

二酸化炭素を吸収する機能をもっており、大気－海洋間の二酸化炭素交換量は、大気中の二酸化炭素濃度の変化に関係する。

太平洋における1985～2011年の大気－海洋間の二酸化炭素交換量を見積もった(図4)。太平洋全体では、夏季を除いて二酸化炭素を吸収しており、吸収量は平年で1年あたり7.1億トン炭素であった。全海洋で見積もられた1990年代の年平均吸収量の22億トン炭素/年に対し、太平洋は約3割を吸収していることになる。太平洋の二酸化炭素の吸収量は、2003年以降、平年よりも多くなっている。大西洋の二酸化炭素の吸収量には、1990年代後半までは減少傾向が、1990年代後半からは増加傾向が見られる。

### 4. 親潮の変動

日本東方海域の親潮は同海域の海水温分布を大きく左右する要因の一つであり、その変動は漁場の形成にも関係する。

深さ100mの水温が5℃以下の領域を親潮と

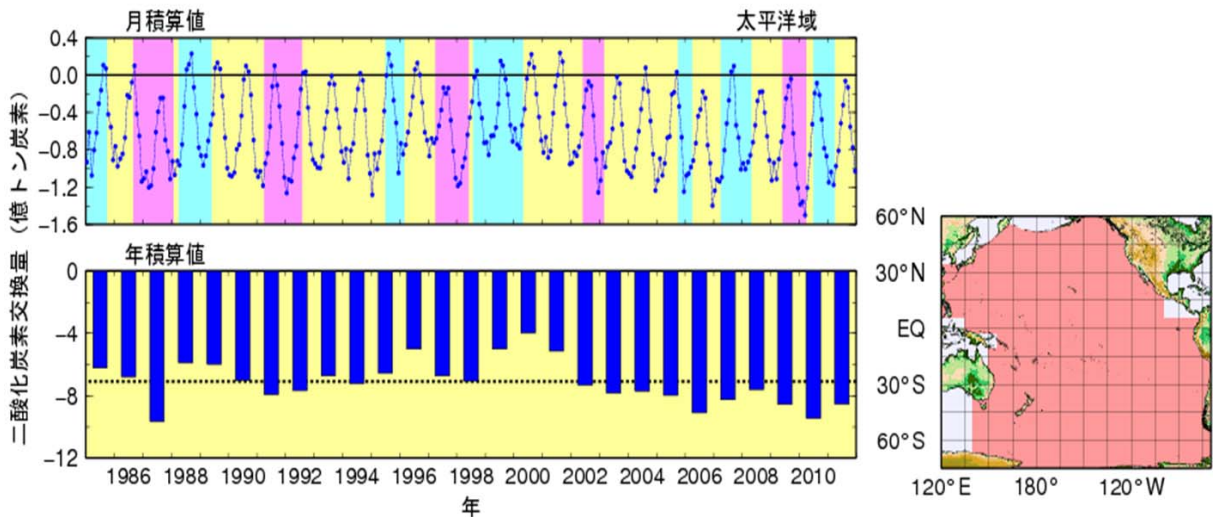


図4 太平洋(右図)における大気－海洋間の二酸化炭素交換量の月ごと及び年間の積算値(1985～2011年)

二酸化炭素交換量の積算値の正の値は海洋から大気へ二酸化炭素が放出されていることを、負の値は大気中の二酸化炭素が海洋に吸収されていることを示す。単位は、二酸化炭素交換量を炭素の重量に換算した値、「億トン炭素」で表す。上図は、月積算値を示したもので、桃色及び水色の陰影は、それぞれエルニーニョ現象及びラニーニャ現象の発生期間を表す。エルニーニョ(ラニーニャ)現象時には、湧昇が弱(強)まり、二酸化炭素の放出が少なく(多く)なる。下図は、年積算値を示したもので、図中の点線は、平年値(1985～2010年の平均):7.1億トン炭素/年を表す。

定義して、日本東方海域（北緯 43 度以南、東経 148 度以西；図 5 下図の網掛部分）における春季（3～5 月）平均した親潮の占有面積及び親潮の南限緯度を示す（図 5）。1981 年から 1986 年にかけて、1992 年から 1994 年にかけて、及び 2003 年から 2005 年にかけて、春季に親潮の沿岸寄りの分枝が北緯 37 度を超えて南下する現象が断続的にみられた。1980 年代にしばしば発生した親潮の顕著な南下は、1986 年を最後に発生していない。

### 5. おわりに

総合診断表では、地球温暖化や気候に関連する海洋の様々な現象の変化および北西太平洋における海洋汚染の状況を解説している。最新の

データや診断結果は、「海洋の健康診断表」定期診断表

<http://www.data.kishou.go.jp/kaiyou/shindan/>に掲載しているのので、併せてご覧いただきたい。

<注>

海面水温などの統計量にみられる経年変化傾向の有意性の評価については、信頼度水準 99%、95%、90%で検定した結果を判断基準として、以下のとおり記述している。

99%以上で有意：上昇（下降）している

95%以上で有意：上昇（下降）傾向が明瞭に現れている。

90%以上で有意：上昇（下降）傾向が現れている  
上記以外：変化傾向は見られない

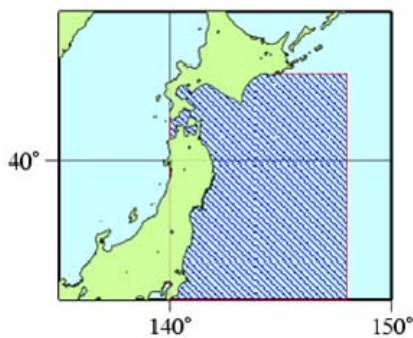
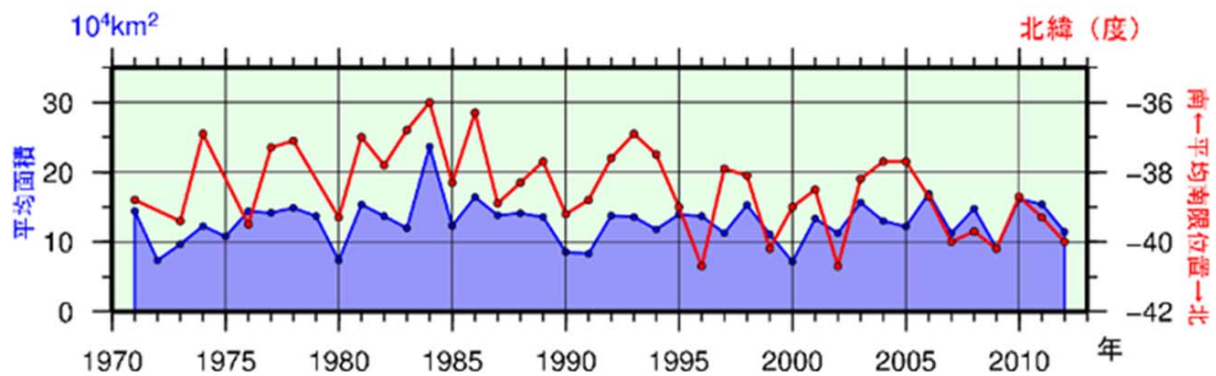


図 5 日本東方海域（北緯 43 度以南、東経 148 度以西；下図）における春季（3～5 月）平均した親潮の占有面積（青線）及び沿岸寄りの分枝の南限緯度（赤線）の経年変動（1971～2012 年）